PROPOSITIONS

N° 96.

PHYSIQUES, ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

SUR

LA VOIX ET SON MÉCANISME

DANS LE CHANT DE L'HOMME ET DES OISEAUX;

Thèse présentée et soutenue à la Faculté de Médecine de Paris, le 13 mai 1831, pour obtenir le grade de Docteur en médecine;

PAR J.-B.-PROSPER BRUN-SÉCHAUD, de Chalus,

Département de la Haute-Vienne;

Bachelier ès-sciences, ès-lettres, et ancien Chirurgien interne de l'hôpital civil et militaire de Limoges.

A PARIS,

DE L'IMPRIMERIE DE DIDOT LE JEUNE,

Imprimeur de la Faculté de Médecine, rue des Maçons-Sorbonne, n°. 13.

1831.

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS.

Professeurs.

M. ORFILA, Doyen.	Messieurs
Anatomie	CRUVEILHIER, *Président.*
Physiologie	.....
Chimie médicale	ORFILA, *Suppléant.*
Physique médicale	PELLETAN.
Histoire naturelle médicale	.....
Pharmacologie	DEYEUX.
Hygiène	DES GENETTES.
Pathologie chirurgicale	MARJOLIN. / CLOQUET.
Pathologie médicale	DUMÉRIL, *Examinateur.* / ANDRAL.
Pathologie et thérapeutique générales	BROUSSAIS.
Opérations et appareils	RICHERAND, *Examinateur.*
Thérapeutique et matière médicale	ALIBERT, *Examinateur.*
Médecine légale	ADELON.
Accouchemens, maladies des femmes en couches et des enfans nouveau-nés	MOREAU.
Clinique médicale	LEROUX. / FOUQUIER. / ..... / CHOMEL.
Clinique chirurgicale	BOYER. / DUBOIS. / DUPUYTREN. / ROUX.
Clinique d'accouchemens	.....

Professeurs honoraires.

MM. DE JUSSIEU, LALLEMENT.

Agrégés en exercice.

MM.	MM.
Baudelocque.	Dubois.
Bayle.	Gerdy.
Bérard.	Gibert.
Blandin.	Hatin.
Bouillaud.	Lisfranc.
Bouvier.	Martin Solon.
Briquet, *Examinateur.*	Piorry.
Brongniart, *Examinateur.*	Rochoux.
Cottereau.	Sandras.
Dance.	Trousseau, *Suppléant.*
Devergie.	Velpeau.
Dubled.	

Par délibération du 9 décembre 1798; l'École a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON PÈRE,

A LA MÉMOIRE

DE MA MÈRE.

Hommage de respect, d'amour et de reconnaissance.

J.-B.-P. BRUN-SÉCHAUD.

A MONSIEUR LE BARON

DUPUYTREN,

Chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu ; Professeur à la Faculté de médecine de Paris ; Membre de l'Institut et de l'Académie de médecine, de la Légion-d'Honneur et de l'Ordre de Saint-Michel, etc., etc.

A MONSIEUR

CRUVEILHIER,

Chevalier de l'Ordre royal de la Légion-d'Honneur ; Professeur d'anatomie à la Faculté de médecine de Paris ; Médecin de la Maternité ; Membre de l'Académie de médecine ; Correspondant de l'Académie royale des sciences de Turin, etc.

J.-B.-P.-B. SÉCHAUD.

À MONSIEUR LE BARON

DUPUYTREN,

Chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu ; Professeur à la Faculté de médecine de Paris ; Membre de l'Institut et de l'Académie de médecine, de la Légion-d'Honneur et de l'Ordre de Saint-Michel, etc., etc.

À MONSIEUR

CRUVEILHIER,

Chevalier de l'Ordre royal de la Légion-d'Honneur ; Professeur d'anatomie à la Faculté de médecine de Paris ; Médecin de la Maternité ; Membre de l'Académie de médecine ; Correspondant de l'Académie royale des sciences de Turin, etc.

L.-B.-P.-E. SECRETAN

AVANT-PROPOS.

Considérée sous le rapport de son mécanisme dans le chant de l'homme et des oiseaux, la voix a très-peu fixé l'attention des anciens physiologistes ; tous se sont bornés à l'explication plus ou moins satisfaisante de celle-ci, et n'ont tenu aucun compte exact des parties *suslaryngiennes*, dont l'ensemble constitue le tuyau musical chez l'homme. *Aristote*, *Galien*, etc., refusèrent une action quelconque à ces parties ; *Fabricius d'Aquapendente* et *Dodart* firent néanmoins entrevoir leur influence dans le chant, mais ils n'entrèrent point dans des détails. De nos jours, on a mieux su apprécier toute l'importance qu'on doit leur attribuer, car on a été bien loin : on a dit, qu'indépendamment du larynx, la voix et la parole pouvaient être produites par l'action combinée du pharynx et du voile du palais. Je ne sais jusqu'à quel point cette assertion peut être vraie ; mais toujours est-il bien démontré pour nous qu'on ne peut la nier absolument. Le pharynx, le voile du palais, les piliers postérieurs, la luette, la bouche et les fosses nasales jouent un très-grand rôle dans

les modifications de la voix. Qu'il nous soit permis de dire, mais sais sans prétention aucune, que le sujet que nous allons traiter a été l'objet de plusieurs années d'étude, et que le mécanisme du pharynx, de l'épiglotte, du voile du palais, des piliers postérieurs et de la luette a fixé notre attention d'une manière toute spéciale. Nous aurons à peine atteint le but que nous nous sommes proposé en soumettant à l'examen de nos juges ce léger travail, qu'un temps trop court nous empêche de développer à notre gré.

PROPOSITIONS

PHYSIQUES, ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

SUR

LA VOIX ET SON MÉCANISME

DANS LE CHANT DE L'HOMME ET DES OISEAUX.

PROPOSITION Ire. *TOUT animal pourvu d'un organe pulmonaire émet un son* (1) *; ce son est le résultat de l'ébranlement des cordes vocales pendant l'expiration.*

1. Parmi les êtres extrêmement nombreux de l'échelle animale, un très-grand nombre jouissent de la faculté de produire des sons. Ceux qui peuplent l'immensité des eaux en sont privés, non-seulement parce ce que le milieu dans lequel ils vivent empêche la production de toute espèce de son; mais la situation, la structure de leurs branchies, qui ne se laissent dilater que par l'action mécanique

(1) Le son est un mouvement particulier imprimé à la matière pondérable. (M. *Pouillet*.)

de l'eau ; l'absence d'un larynx et d'autres organes accessoires, rendent parfaitement raison de leur état de mutité. Cependant, si l'on en croit Aristote, il aurait existé des poissons qui se faisaient remarquer par leur chant. Voici un passage extrait des œuvres de ce savant, qui vient à l'appui de cette assertion : « *Aper etiam piscis quem amnis Achelous gignit, vocalis habitus est, et hœrica et cuculus.* » Plus loin, il tire cette conséquence, qui est assez en opposition avec ce qu'il vient de dire : « *Nullum ergò animal aliâ partè quàm gutture vocem edit ; quamobrem quæ pulmone carent, carent eddem voce quoque.* » Les branchies ne peuvent donc pas être considérées comme des poumons, puisqu'elles se bornent à une seule fonction : celle d'extraire l'oxygène de l'air contenu dans l'eau, pour servir à l'entretien de la vie. Mais les animaux d'un ordre supérieur ont tous des poumons dont la structure spongieuse, susceptible de se dilater, leur permet de servir de réservoir à l'air : c'est cet air, qu'ils chassent dans le larynx, qui est l'agent de tout phénomène vocal, et dont les vibrations ne sont pas toujours en raison de l'étendue de l'appareil vocal. Citons un exemple : le rossignol, qui possède une voix très-grave et très-intense, comme tout le monde sait, a un organe vocal qui se réduit à un tube très-court et d'un très-petit diamètre ; il semble qu'il n'est pas susceptible de pareils résultats, si on le compare à l'appareil vocal des autres animaux et à celui de l'homme en particulier.

2. *Dodart* est le premier qui ait fait remarquer que c'est pendant l'expiration que le son prend naissance dans le larynx ; cet habile observateur rejette l'opinion de *Galien*, qui attribue à la trachée une part très-grande dans la production des sons, en la considérant comme un corps de flûte dont le larynx est le bec. Nous verrons bientôt, et nous tâcherons de démontrer que ce conduit élastique est non-seulement destiné à porter l'air dans le larynx, comme on le pense généralement, mais encore à en varier la quantité suivant qu'il se dilate ou qu'il se rétrécit. L'opinion des anciens physiologistes était vraisemblablement basée sur les usages de la trachée dans les oiseaux chanteurs, dont elle paraît remplir les mêmes fonctions que le tuyau

sus-laryngien chez l'homme, et il n'est pas admissible maintenant qu'elle seconde le larynx de la même manière qu'un corps de flûte seconde son embouchure : c'est le tuyau musical, qui s'étend du pharynx aux fosses nasales et à la bouche, qui joue le rôle le plus important dans les modifications de la voix : c'est lui dont on n'a pas encore bien approfondi le mécanisme dans le chant et la parole.

3. Il est facile de se convaincre que la voix prend naissance dans le larynx ; pour cela, il suffit de faire une ouverture à la trachée d'un animal vivant, on ne tarde pas à s'apercevoir que l'aphonie en est la conséquence immédiate. J'ai vu pratiquer plusieurs fois la trachéotomie sur des enfans; aussitôt que la trachée-artère était ouverte, la voix cessait de se faire entendre.

4. J'ai mis à découvert le larynx d'un chien, j'ai fait une ouverture au-dessus pour mieux examiner son mécanisme ; la voix continuait à se produire, mais elle était altérée. J'ai répété les expériences de M. *Magendie*, qui consistent à lier les nerfs laryngés supérieurs et récurrens; je me suis convaincu que la voix s'altère de plus en plus à mesure qu'on les divise, et qu'elle finit par s'éteindre complètement. On parvient plus sûrement encore à ce résultat, en liant ou en coupant l'un après l'autre les pneumo-gastriques; par ce moyen, on n'a pas autant à blâmer les mutilations long-temps continuées, en cherchant à mettre à découvert les rameaux qui se distribuent au larynx. Un seul des pneumo-gastriques étant coupé, la voix faiblit et change de timbre ; après la section de l'autre, elle cesse entièrement, bien que les poumons continuent encore leur action. D'après ce, on doit être porté à croire que la voix est sous l'influence des nerfs, et qu'une action mécanique ne suffit pas pour la produire. Néanmoins, ayant dépouillé un larynx de chien des muscles et du tissu cellulaire qui l'environnaient, j'ai pu me convaincre, en l'isolant du pharynx et de l'œsophage, que les arythénoïdes étaient fortement ébranlés et portés en arrière (je suppose là que l'animal faisait de très-grands efforts pour jeter quelques cris, qui étaient l'expression de la douleur)|; alors la voix n'existait plus, mais il y avait frôlement de l'air

contre ces parties, ce qui dénote l'importance très-grande des arythénoïdes dans le mécanisme de la voix, en tant qu'on les considère comme organes accessoires ; car on peut les retrancher, ainsi que les ligamens supérieurs, sans que la voix subisse de très-grandes altérations : *Bichat* s'en est assuré par des expériences ; la voix a cessé constamment quand il a voulu toucher aux cordes vocales.

5. Si on insuffle de l'air par la trachée-artère d'un larynx frais de chat, on produit un son qui n'est pas sensiblement dénaturé ; si on vient à comprimer latéralement le thyroïde à la hauteur des cordes vocales, le changement de voix est manifeste : mais on ne réussit pas toujours à obtenir de semblables résultats.

6. Pour que la voix puisse avoir lieu, il est nécessaire que le diaphragme puisse l'élever et s'abaisser en même temps que les muscles intercostaux agissent dans les mouvemens respiratoires. C'est pendant les mouvemens d'expiration que l'air, en réserve dans les poumons, va frapper les cordes vocales pour les faire vibrer; le mouvement produit dans celles-ci se transmet bientôt aux organes voisins, qui entrent en action, comme nous aurons occasion de le dire plus bas.

L'analogie frappante qu'au premier abord on trouve dans l'appareil vocal de l'homme avec certains instrumens à vent a fait émettre à ce sujet diverses opinions, dont la plupart se rattachent à une idée principale, celles des anches. Il est certain que si on était parvenu à établir d'une manière rigoureuse le brisement de la colonne d'air à travers le larynx, toute difficulté disparaîtrait, le problème de la voix serait résolu, et les discussions entre les savans seraient terminées. Mais en bien examinant ce qui se passe entre un tuyau à parois solides, non susceptibles de changer de dimensions, et un tuyau à parois membraneuses élastiques, pouvant exécuter un très-grand nombre de mouvemens, on ne tarde pas à se convaincre qu'il n'est rien dans la nature qui puisse être comparé à l'appareil vocal de l'homme, ainsi qu'aux effets dont il est susceptible, et nous devons convenir que l'analogie assez grossière qu'il y a entre les divers ins-

trumens est d'une ressource bien faible pour expliquer le mécanisme de la voix.

Il est évident qu'il faut une puissance qui agisse sur la vitesse du courant d'air pour produire la gravité ou l'acuité des sons : le diaphragme principalement est chargé de cette fonction; il paraît agir à peu près de la même manière que la main, dans un jeu d'orgues, appliquée sur le sommier ; dans ce dernier cas, le son qui se produit dans un ou plusieurs tuyaux est d'autant plus intense que la pression qu'on exerce est forte. Eh bien, n'en est-il pas de même de l'action du diaphragme sur les poumons ? Il est vrai que ce n'est pas pendant l'expiration que ce muscle se contracte, mais la contraction des muscles de l'abdomen, l'élasticité de ses parois et la pression de l'air sur celles-ci, paraissent être les principales causes de son refoulement vers la poitrine. Si on ouvre la cavité thoracique d'un animal vivant, sans intéresser les côtes les plus rapprochées du diaphragme, on aperçoit que ce dernier fait exécuter aux poumons, des mouvemens très-étendus d'élévation et d'abaissement. Son action cesse dès qu'on coupe les nerfs diaphragmatiques; la voix ne s'éteint pas, mais elle devient très-faible. Si donc une masse d'air est chassée dans le larynx au moment de l'action du diaphragme et des muscles intercostaux, sa vitesse augmente sous l'influence de la volonté, de telle sorte que dans un temps donné la colonne aérienne est mise en vibration avec d'autant plus de force que l'air s'écoule avec plus de rapidité, et ce n'est qu'en variant la vitesse du courant d'air qu'on produit tous les sons que peut comprendre une octave. Les oiseaux chanteurs ont la voix forte, parce qu'ils ont un organe pulmonaire très-développé, et, de plus, un double larynx inférieur qui en augmente l'intensité et la pureté.

Proposition II. *La trachée-artère, dans la voix, fait l'office de porte-vent chez l'homme, et celui de tuyau musical chez les oiseaux.*

7. On donne le nom de *trachée-artère* à cette longue portion du conduit aérien qui commence au-dessous du larynx, descend le long

du col à sa partie antérieure, pénètre dans la poitrine, où elle se divise pour constituer les bronches; c'est un cylindre dont la longueur est proportionnée à celle du col ; sa forme varie suivant les espèces : dans la nôtre, il est aplati dans le tiers environ de sa partie postérieure; chez le chien, le chat, cet aplatissement est très-peu marqué et n'a plus que la cinquième partie de sa circonférence ; chez le bœuf et les oiseaux il n'existe pas : les arceaux cartilagineux forment des anneaux complets.

Dans les oiseaux, la trachée-artère exécute des mouvemens très-étendus d'élévation et d'abaissement ; elle est véritablement le tuyau vocal à cause du double larynx situé au sommet des bronches. Des faiscsaux musculeux longs et grêles, placés de chaque côté du col, servent à la mouvoir : ses usages, dans ce cas, peuvent être comparés à ceux du pharynx, qui est la partie principale du tuyau musical chez l'homme. Des arceaux cartilagineux, placés de champ et interceptés de distance en distance par un tissu fibreux, et la membrane muqueuse qui les revêt, font la base de la composition de la trachée-artère, et si elle est toujours béante, elle le doit évidemment à l'élasticité de ses parties. On remarque dans l'intérieur de la trachée, après avoir enlevé la membrane muqueuse, des faisceaux fibreux, qui s'étendent longitudinalement du cricoïde aux bronches, et dont l'existence n'est pas constante dans la trachée-artère de l'homme. Les faisceaux fibreux qui interceptent les arceaux, sont dirigés obliquement et croisés en sautoir ; ils prennent leurs insertions aux bords supérieur et inférieur de chaque anneau. Postérieurement des fibres rougeâtres se dirigent parallèlement de l'extrémité d'un arceau à l'autre ; ces fibres néanmoins n'affectent pas toutes la même direction, on en voit qui sont obliquement dirigées; elles sont unies à du tissu cellulaire dense et serrè pour former l'espace membraneux.

8. Cela posé, si on met à découvert la trachée d'un animal vivant, d'un chien, par exemple, on voit qu'elle entre fortement en vibration, quand l'animal pousse des cris, qu'elle se dilate, et suit l'ascension du larynx. Les oiseaux n'offrent rien de semblable au resserre-

ment et à la dilatation de la trachée; les arceaux qui forment des anneaux complets, comme nous venons de le dire, n'ont d'action bien marquée que dans les mouvemens d'élévation et d'abaissement.

9. On a renouvelé depuis peu cette opinion des anciens, que la trachée se resserre et se dilate dans les sons aigus ou graves. La dilatation de ce canal me paraît tenir à une cause toute physique ; en effet, l'air, poussé avec force, dans le larynx, fait effort contre les parois de la trachée; or, ne peut-on pas admettre que celle-ci, par sa nature élastique, se laisse distendre par ce gaz, qui, venant à cesser d'agir, lui laisse la faculté de revenir à son état ordinaire. Cette maladie, qu'on connaît sous le nom de *dilatation des bronches*, tient certainement en grande partie aux efforts long-temps contnués que font les malades pour se débarrasser du mucus sécrété par les bronches et la trachée-artère; aussi chez tous les malades qui succombent à cette maladie trouve-t-on, de même que chez ceux qui ont long-temps exercé leur voix, l'intervalle de la partie postérieure de la trachée-artère d'une largeur considérable.

10. On ne peut raisonnablement, comme le pensait *Galien*, attribuer la variété des tons aux variations dans la longueur de la trachée-artère, bien qu'encore M. *Cuvier* considère celle-ci comme étant une des causes du changement des tons. Comme le reste de l'appareil vocal, la trachée-artère participe à l'état de tension, proportionné à l'acuité ou à la gravité des sons.

11. On demande pourquoi la trachée-artère est aplatie à sa partie postérieure et privée de cartilages en cet endroit. On a cru en trouver la raison dans la situation de l'œsophage, qui se trouve en rapport avec elle; on a dit que si elle eût été résistante comme à sa partie antérieure, elle aurait empêché le bol alimentaire de descendre librement dans l'estomac. On peut, je pense, objecter que, s'il en est ainsi, la même disposition doit exister dans la trachée-artère du bœuf et des oiseaux; d'ailleurs pourquoi les bronches n'auraient elles pas une cylindricité parfaite?

PROPOSITION III. *Le larynx étant le principale organe de la voix, comment se produit-elle?*

12. Le larynx est situé à la partie antérieure et supérieure du col, entre l'os hyoïde et la trachée-artère, avec laquelle il se continue. Sa situation et son volume ne sont pas les mêmes chez tous les individus. Chez la femme il est très-haut, et ne fait pas saillie, à cause de son petit volume; chez l'homme, au contraire, le larynx est plus bas, plus saillant et plus développé. Ses mouvemens d'élévation et d'abaissement sont des mieux caractérisés; il se resserre et se dilate selon la nature des sons qu'on veut produire; s'ils sont aigus, toutes les membranes se tendent, et les muscles se contractent fortement, afin que la glotte ne présente plus qu'une fente très-étroite. Dans ce moment, la vitesse et la quantité d'air ayant augmenté, les vibrations des cordes vocales qu'elles ont mises en jeu se succèdent avec rapidité, puis se transmettent à tout l'appareil vocal, à l'air qu'il contient, à tout le corps et aux objets environnans.

13. Mais voyons comment les pièces qui entrent dans la composition du larynx agissent, afin de donner les meilleurs résultats possibles dans les changemens de resserrement qui peuvent s'effectuer. M. *Félix Savart*, qui a donné une théorie de la voix toute différente de celle généralement admise, ne considère l'action des ligamens inférieurs de la glotte que comme secondaire à l'origine des sons. D'après ce savant, les ligamens supérieurs jouent le principal rôle; il fait de ceux-ci des biseaux contre lesquels la colonne d'air vient se briser. Nous reviendrons tout à l'heure sur ce sujet. Le cartilage thyroïde, situé en avant, est la pièce la plus volumineuse des parties qui entrent dans la composition du larynx; il est d'autant plus mobile que les sujets sont moins avancés en âge; chez les vieillards, il n'est pas rare de le trouver ossifié; il donne insertion à des muscles et à des ligamens destinés à resserrer ou à dilater. Les arythénoïdes, situés en arrière et en haut, s'articulent avec le thyroïde; ils

sont extrêmement mobiles et concourent aux mêmes usages. Le cricoïde, qui est une espèce d'anneau plus large en arrière qu'en devant, donne attache à des muscles; mais ses mouvemens de dilatation et de resserrement ne semblent pas très-évidens. Les muscles qui meuvent le larynx sont intrinsèques ou extrinsèques; nous ne nous occuperons ici que des premiers. Les muscles intrinsèques du larynx ont été divisés en *constricteurs* et en *dilatateurs*. Les *constricteurs*, au nombre de trois, sont: les deux *thyro-arythénoïdiens et l'arythénoïdien*. Les *dilatateurs*, au nombre de six, trois de chaque côté, sont : les *crico-thyroïdiens*, *crico-arithénoïdiens*, *postérieurs et latéraux*. *Les thyro-arythnoïdiens* s'étendent, comme leur nom l'indique, du cartilage thyroïde aux arythénoïdes, où ils s'insèrent en avant à la partie moyenne et inférieure de sa face interne, non loin de l'angle interne formé par la réunion de ses lames, et en arrière à la partie inférieure des arythénoïdes, au-dessus des muscles crico-arythénoïdiens latéraux. Le muscle arythénoïdien s'étend d'un cartilage à l'autre; ses fibres sont parallèles, excepté en arrière, où elles sont entre croisées. Lorsque ces muscles se contractent, les premiers tendent les cordes vocales et les rapprochent; le second, en même temps qu'il rapproche les arythénoïdes, les porte en arrière. Le muscle crico-thyroïdien, assez mince, est situé à la partie latérale et un peu antérieure du cricoïde; ses fibres qui s'attachent sur ses côtés, se portent obliquement en haut et en arrière, pour venir s'insérer sur le bord inférieur du thyroïde. Le muscle crico-arythénoïdien postérieur s'insère en arrière sur la face externe du cricoïde. Ses fibres se dirigent obliquement pour aller s'insérer en haut et en dehors de l'arythénoïde d'un côté; enfin le muscle crico-arythénoïdien latéral prend ses points d'attache sur le bord supérieur du cricoïde, et se dirige obliquement vers la base de l'arythénoïde du même côté.

14. Étant donnée, maintenant une colonne d'air, limitée par les parois élastiques de la trachée-artère, on la force à passer à travers et larynx; elle ira se briser contre les cordes vocales, lesquelles entreront aussitôt en vibration, proportionnellement à la nature des sons

qu'on voudra produire. Il paraît si vrai que la voix est produite de la manière que nous venons de l'indiquer, que les belles expériences de M. *Magendie* à cet égard ne laissent plus dans mon esprit le moindre doute. Mais ce qui a mis le plus les physiologistes en contradiction, c'est la comparaison qu'ils en ont faite avec le son de divers instrumens, et la manière dont ceux-ci sont disposés pour le produire.

15. Comme *Dodart*, M. *Dutrochet* suppose que la voix et la variété des tons tiennent uniquement à l'action des ligamens inférieurs, qui peuvent être tendus à volonté par les muscles qui les meuvent; selon cet habile physiologiste, le nombre de vibrations qu'ils exécutent dans un temps donné varie en raison de leur élasticité, de leur longueur et de leur grosseur. M. *Félix Savart*, qui rejette la théorie des anches, dit qu'il est indispensable, pour qu'une anche rende un son, que la languette soit presqu'en contact avec les parois de la gouttière dans laquelle elle se meut, afin que l'écoulement de l'air ne se fasse que périodiquement; il ajoute : « Pour que l'analogie du larynx avec « les instrumens à vent et à anche fût admissible, il faudrait que « cet organe ne pût rendre aucun son, lorsque les ligamens inférieurs « sont écartés l'un de l'autre, qu'ils fussent toujours en contact, et « que l'air, comprimé dans la trachée, faisant effort pour se ménager une issue, les contraignît à s'écarter, et qu'ensuite cette issue « venant à se refermer lorsque la force élastique de ce gaz serait insuffisante pour surmonter celle des ligamens, il se fît une nouvelle « condensation dans la trachée. Il est évident que pour expliquer la formation de la voix, il n'est pas besoin que les ligamens inférieurs aient le jeu des soupapes, comme dans les instrumens de physique, ou bien qu'ils soient presqu'en contact. Si le savant physicien dont je viens de transcrire un passage objecte que les ligamens supérieurs ne serviraient à rien, si on admettait la théorie des anches; on peut, je crois, sans trancher la question, objecter à M. *Félix Savart*, que dans les animaux chez lesquels ces deux replis manquent, chez le bœuf, par exemple, la voix ne cesse d'avoir lieu; et qu'en retranchant ces mêmes replis sur un animal vivant, la voix ne change pas entièrement

de nature. On sait encore qu'un larynx privé de la vie rend des sons lorsqu'on y insuffle de l'air par la trachée-artère, et que ces sons ont de l'analogie avec ceux produits par les anches; s'ils sont dénaturés, il n'y a rien d'étonnant, puisque le larynx ne se trouve plus influencé comme dans l'état de vie.

Concluons de ce qui précède, que les ligamens inférieurs sont éminemment propres, par la saillie qu'ils font dans le larynx, à être excités par la colonne d'air qui vient se briser directement contre eux; et, bien qu'on ne puisse pas rigoureusement regarder le larynx humain comme instrument à vent et à anche, disons néanmoins qu'il a avec ceux-ci une très-grande analogie.

Proposition IV. *Quels sont les usages des ventricules du larynx, des ligamens supérieurs, des arythénoïdes et de l'épiglotte? Ces organes font-ils subir à la voix des modifications?*

16. Exposons d'abord ce que nous avons observé sur les animaux qui ont servi à faire nos expériences. Le larynx d'un chien vivant, mis à découvert par sa partie supérieure, nous a permis d'observer les mouvemens très-fréquens des arythénoïdes, et le resserrement de la glotte, qui se faisait en même temps que celui des arythénoïdes; mais ce qui fixa particulièrement notre attention, ce fut la simultanéité d'action du pharynx et du voile du palais avec le larynx, bien que la section que nous avions pratiquée, pour mettre ce dernier à découvert, les eût séparés entièrement. Nous aurons bientôt occasion de parler du tuyau vocal; alors nous essaierons d'expliquer le mécanisme très-important du pharynx et du voile du palais, dans le chant. Ce qui nous importe de connaître maintenant, ce sont les usages, tant de fois contestés, des ventricules et surtout des ligamens supérieurs. Voyons ce que le raisonnement nous suggérera de plus positif. Si les muscles thyro-arythénoïdiens viennent à se contracter, ils tendront les ligamens de ce nom, et les arythénoïdes seront rapprochés; mais comme ces muscles ont aussi pour usages de rétrécir la glotte,

il suit de là que les faisceaux moyens des muscles thyro-arythénoïdiens, agissant avec force contre les parois des ventricules, en diminuent la capacité : d'où l'on peut conclure que la capacité de la glotte est diminuée, la fente rétrécie et les arythénoïdes rapprochés ; que le contraire a lieu dans les sons graves.

17. Mais le resserrement et la dilatation de la glotte n'ont-ils d'autre but que de concourir à la production des sons aigus ou graves? Notre manière de voir à cet égard est un peu douteuse ; cependant, si nous devons émettre notre opinion, nous pensons que les cavités des ventricules peuvent servir de réservoir à une petite quantité d'air, qui serait mise en vibration dans les sons graves. M. *Cruveilhier* est un des premiers qui aient fait observer qu'il existe à la partie antérieure du larynx deux cavités qui communiquent avec les ventricules, et dont la capacité est très-grande chez certains individus, nommément chez les phthisiques. Il n'est pas irrationnel que l'air contenu dans ces poches entre en vibration en même temps que celui des ventricules. M. le Professeur que je viens de citer affirme que dans certaines espèces de singes elles sont extrêmement développées, et qui, par cela seul, ont une voix très-sourde et très-grave. Enfin, les ligamens supérieurs ne servent qu'à modifier les sons déjà formés, en s'accommodant au degré de tension ou de relâchement des ligamens inférieurs. Pourquoi ne pas admettre pour les ligamens un usage analogue à la membrane *semi-lunaire* des oiseaux? L'homme qui exerce beaucoup son organe vocal est le seul qui possède des cordes vocales supérieures bien développées. J'ai eu occasion d'ouvrir le larynx, très-volumineux, d'un homme qui est mort à l'Hôtel-Dieu, et qui, avant d'entrer dans cet hôpital, exerçait la profession de chanteur dans les rues de Paris : j'ai trouvé les ligamens supérieurs d'un volume égal aux inférieurs ; il n'y avait de différence entr'eux que dans la saillie un peu plus considérable de ceux-ci. J'ai observé tout récemment un cas analogue, sur un homme qui est mort d'une amputation.

18. Chez les animaux, les ligamens supérieurs ne sont qu'à l'état rudimentaire ; on ne les rencontre pas sur les trachée-artères du bœuf et du cheval.

19. Les usages de l'épiglotte n'ont pas encore été bien déterminés : selon M. *Mayer*, elle sert à renforcer les sons ; il prétend aussi qu'elle est susceptible d'entrer en vibration. On ne peut nier absolument la dernière opinion, puisque cet organe participe au degré de tension des parties qui avoisinent le larynx, et que celles-ci peuvent également participer aux vibrations que l'air imprime aux cordes vocales. Mais qu'il me soit permis de dire qu'il est impossible de saisir les oscillations que l'épiglotte peut exécuter. Je suis parvenu, à force d'exercice, à la voir en entier, ainsi que les formes qu'elle peut affecter dans les différens tons : dans les basses cordes, elle est adossée à la base de la langue; elle est plane et presque verticale ; si on vient à monter la gamme jusqu'aux tons les plus élevés, elle s'incline peu à peu, en même temps qu'elle se roule en cornet, pour affecter une position oblique d'avant en arrière, et servir ainsi à diriger les ondes sonores vers les piliers postérieurs du voile du palais qui sont fortement contractés et rapprochés dans le fausset. Je crois devoir affirmer qu'on voit très-exactement tous les mouvemens de l'épiglotte, malgré l'opinion contraire de M. *Malgaigne*.

Proposition V. *Le tuyau musical de l'homme, formé par le pharynx, l'isthme du gosier, le voile du palais, les fosses nasales et la bouche, modifie les sons qui partent du larynx, à peu près comme le corps des divers instrumens de musique.*

20. Le degré de perfection très-élevé de l'appareil vocal chez l'homme, fait qu'aucun instrument ne peut rigoureusement lui être comparé ; on peut même dire, avec vérité, qu'il a donné l'idée des premiers instrumens qui ont existé ; et si on a cherché consécutivement à imiter la voix humaine par les modifications très-variées qu'on a apportées dans les divers instrumens que nous possédons, on n'y est parvenu que d'une manière très-grossière : et en effet, comment se persuader que la machine la mieux perfectionnée puisse en tout être semblable à l'appareil vocal de l'homme?

21. *Du chant.* Les anciens, dont les goûts pour le chant étaient très-exaltés, le plaçaient au premier rang de leurs institutions, parce qu'il devait leur inspirer les plus nobles sentimens. On peut le définir ainsi qu'il suit : le chant est une succession de sons diversement modifiés et soumis à une mesure ; il est exclusif à l'homme et à certains oiseaux, qui la possèdent à un très-haut degré de perfection. De même que la parole, le chant émane de l'intelligence ; uni à elle, il sert à exprimer les sentimens de joie, de tristesse, d'amour, de gloire et de liberté ; embelli des douceurs de l'harmonie, du charme de la mélodie et des effets de la musique, il peut jeter l'âme dans une sorte d'ivresse, adoucir les passions les plus fortes, et inspirer les plus tendres sentimens : n'en voit-on pas la preuve dans les récits qu'on nous a faits d'Orphée, d'Anacréon, etc. ? De nos jours, quoique moins en honneur qu'autrefois, il fait toujours les délices des théâtres et des salons.

Tout le monde n'a pas le don de bien chanter ; cependant l'éducation et l'exercice très-souvent répété des organes de la voix peuvent corriger de grands défauts dans le chant. Il n'est pas rare de voir de médiocres chanteurs acquérir une très-belle voix, après s'être longtemps exercés à chanter, et s'être perfectionnés dans la musique. Toutefois il est bon de dire que, s'il existe un vice de conformation dans l'appareil vocal, des productions accidentelles, telles que des polypes dans les fosses nasales, une perforation de la voûte palatine, des ulcérations dans le larynx et le pharynx, la voix est altérée et toujours désagréable : ces vices existant, on ne peut bien chanter, quel que soit le talent musical qu'on puisse posséder.

22. Mais il est une circonstance qui, sans altération aucune de l'appareil vocal, fait quelquefois trouver le chant désagréable, et même insupportable ; je veux parler de la fausseté de la voix. *Buffon* rapporte qu'ayant observé des personnes dont la voix était fausse, il avait remarqué qu'elles entendaient inégalement, parce qu'une oreille était meilleure que l'autre, et que le résultat total de la sensation était discordant ; ce savant en conclut que ces personnes entendent toujours

faux, qu'elles chantent faux, sans pouvoir même s'en apercevoir. Si ce que dit *Buffon* est vrai, il est inutile d'admettre, avec *Dodart*, que si la voix est fausse, c'est parce que les lèvres de la glotte ne sont pas parallèles, ou qu'elles diffèrent en épaisseur, en longueur, en tension.

23. J.-J. Rousseau a dit que le chant n'est pas naturel à l'homme; cela est vrai, en tant qu'on le considère comme connaissance acquise, et qu'il est beaucoup plus fatiguant que la parole; mais l'opinion du savant philosophe cesse d'être vraie, bien qu'il l'appuie de ce fait, que l'enfant qui reçoit le jour ne chante pas. Doit-on en induire, à cause de cela, que le chant n'est pas naturel à l'homme?

24. Si le chant exige plus d'efforts que la parole, cela tient probablement à ce que les parties qui concourent à le produire agissent avec plus d'ensemble, et que, de plus, chaque son est cadencé et soumis à une mesure. Tel qui a une voix ferme et sonore dans le discours, dans le chant n'a qu'une voix désagréable et mal assurée; on doit aussi tenir compte de l'usage plus fréquent qu'on fait de la parole.

L'organe vocal de l'homme étant susceptible de produire une série d'ondulations sonores infiniment nuancées, a porté les hommes à en faire une étude qu'ils ont soumise à des règles limitées et invariables; ils ont donné à cette branche des connaissances humaines le nom de *musique*. Ne devant pas nous occuper de celle-ci dans notre sujet, nous nous abstiendrons d'en parler.

25. Dès qu'un son est produit, la trachée-artère, le larynx, le pharynx, le voile du palais, la luette, les fosses nasales et la bouche, entrent en action, et alors la tension de ces parties se trouve en rapport avec l'acuité ou la gravité des sons. Mais, pour que les sons qui se produisent réunissent toutes les qualités qu'on leur connaît, il faut que les dimensions du tuyau musical, les orifices à travers lesquels l'air s'échappe, puissent varier et se coordonner dans leurs différens usages. Ainsi les parois qui le forment peuvent affecter des degrés de tension très-variables, la bouche s'ouvrir plus ou moins,

et les fosses nasales servir, par l'étendue de leurs anfractuosités, à renforcer la voix et produire les charmes qu'on lui connaît.

26. La force de la voix dépend de la vitesse et de la quantité d'air qui traverse le larynx ; elle est subordonnée à la puissance musculaire et à l'état des organes de l'appareil vocal. Ces lois sont à peu près les mêmes que pour les instrumens. Si on souffle fort dans ceux-ci, l'intensité est notablement plus marquée que quand on souffle doucement. On doit néanmoins tenir compte de l'épaisseur des anches, de leur longueur, de la capacité du tuyau, de sa nature et de son épaisseur. Pourquoi l'homme a-t-il, en général, la voix plus forte que celle de la femme? Cela tient uniquement, chez le premier, au plus grand volume de la trachée, du larynx, du tuyau musical et de l'étendue des fosses nasales, qui ne sont qu'une dépendance de ce dernier.

27. Chez les oiseaux, la force de la voix tient au double larynx, situé inférieurement de la trachée-artère, et à l'étendue très-considérable des poumons. On s'étonne que les linottes, les rossignols, etc., dont les trachées se réduisent à des tubes capillaires, et remplissant le rôle de tuyau musical, comme chez tous les autres oiseaux, soient susceptibles de produire des sons d'une étendue aussi considérable que celle qu'on leur connaît. La faculté qu'ils ont de fermer ou d'ouvrir l'entrée supérieure de la trachée, qui se termine par un rétrécissement, lequel constitue le larynx supérieur, est aussi un moyen dont ils se servent dans les modulations de leur voix. Quand ils veulent changer de ton, ils exécutent divers mouvemens de la tête, principalement de la langue et de la mandibule inférieure, et, par un mécanisme admirable, la trachée s'élève ou s'abaisse au gré de l'animal.

Mais ce qu'il y a de plus important à connaître, c'est le mécanisme très-compliqué du larynx inférieur. Il existe à la partie inférieure de la trachée un renflement conique qui augmente en s'élargisant de haut en bas, formé par la réunion de trois anneaux soudés entr'eux ; ce renflement a été désigné sous le nom de *tambour*. La der-

nière pièce qui concourt à le former, et la plus rapprochée des bronches, présente deux saillies, l'une antérieure, et l'autre postérieure, qui se réunissent à l'intérieur pour former une traverse osseuse, concave supérieurement, surmontée d'un appendice membraneux, formé par l'adossement des deux feuillets de la membrane qu'on désignes ous le nom de *membrane tympaniforme*, et M. *Félix Savart* a donné à ce prolongement flottant le nom de *membrane semi-lunaire*, à cause de sa forme en croissant. C'est cette membrane dont l'existence n'est pas constante chez tous les oiseaux, et dont le développement est très-manifeste chez ceux qu'on appelle *chanteurs*, qui rend ceux-ci très-propres à produire les sons les plus variés et les plus agréables, de telle sorte que nos instrumens de musique ne sont pas encore parvenus à les imiter. Au-dessous et sur les côtés de de la traverse osseuse que nous venons d'indiquer, sont deux ouvertures elliptiques qui conduisent dans le larynx, lequel est formé de chaque côté par trois osselets, qu'on a désignés en premier, second, troisième, en commençant par en haut. Chez les oiseaux chanteurs, ils donnent attache à six ou sept paires de muscles destinés à les mouvoir, à tendre la membrane semi-lunaire et à raccourcir la trachée dans les sons aigus. A l'intérieur du larynx, il existe de chaque côté deux replis inégaux désignés en *interne* et *externe*, qui peuvent se rapprocher ou s'éloigner par l'action combinée des muscles des osselets. Il n'est pas rare de trouver le larynx d'un côté plus développé que celui du côté opposé. Cette circonstance paraît tenir à l'usage plus fréquent qu'ils font de l'un que de l'autre, ce qui porte à penser que l'intensité des sons est soumise à la volonté de ces animaux, qu'un larynx agissant, l'autre reste dans l'inaction ou n'agit que faiblement. Les oiseaux chez lesquels la membrane semi-lunaire manque, et qui n'ont qu'une ou deux paires de muscles pour mouvoir le larynx, ne chantent pas et ne sont pas susceptibles d'apprendre à parler ; ce fait est incontestable.

28. Quand un habile chanteur fait varier la force de sa voix, qu'il

gradue la petite masse d'air chassée à travers la glotte, en un mot, qu'il en diminue la vitesse et la quantité, il produit des sons doux très-agréables, mais sans être faibles ; il est comparable, dans ce cas, au musicien qui gradue la force des sons qu'il tire de son instrument. L'art du ventriloque paraît dépendre uniquement de la lenteur avec laquelle l'air est expiré, et par conséquent de son séjour prolongé dans les ventricules et le pharynx.

28. Si on fait parcourir à la voix toutes les notes, depuis la basse-taille jusqu'à la voix de tête ou de fausset, on s'aperçoit qu'on ne peut aller au-delà de deux octaves, et qu'il est même très-difficile de les produire distinctement. Des observations ayant été faites sur ces deux extrêmes de la voix humaine, on a trouvé, pour le son le plus grave que l'homme puisse produire, 190 vibrations par seconde, et pour le son le plus aigu 678. La voix de femme a donné des résultats différens : elle fait 572 vibrations pour le son le plus grave, et 1,606 pour le son le plus aigu.

29. Si, pendant qu'on cherche à produire des sons très-aigus, on regarde le fond de la bouche, on aperçoit le voile du palais tendu, sa face antérieure devenue inférieure, la luette très-peu saillante, rétractée et portée en arrière, en même temps que les piliers postérieurs ; ceux-ci laissent entr'eux une fente elliptique d'à peu près deux lignes et demi dans son diamètre horizontal. En examinant avec attention la direction de l'épiglotte, par rapport à l'ouverture postérieure des fosses nasales, on voit que celle-là tend sans cesse à se relever à mesure qu'on passe successivement des notes basses aux notes les plus élevées de la gamme, et quand on est arrivé au *summum* d'acuité, l'épiglotte, repliée en cornet, dirige les ondes sonores parties du larynx contre les bords de la fente elliptique, formée, ainsi que nous l'avons indiqué, par les piliers postérieurs. On a dit qu'il est infiniment probable que, dans ce cas, le son ne s'écoule plus par les fosses nasales ; cette opinion ne me paraît pas admissible ; car, en comprimant les narines, on change évidemment les qualités du son.

produit d'ailleurs ; lorsque les piliers postérieurs sont en contact, et qu'on fait une expiration forte et accélérée, on peut les faire vibrer d'une manière très-évidente et leur faire rendre un son analogue à celui des anches libres. Mais ce son, qui a pris naissance dans le larynx, ne me paraît s'altérer que par l'effort qu'il fait pour passer dans les fosses nasales, à travers les piliers postérieurs qui sont en contact ; et, bien que M. *Magendie* ait soutenu l'opinion que le son s'écoule totalement par la bouche, que le voile du palais soit tendu ou relâché, j'ai l'intime conviction, sans porter préjudice à la réputation du célèbre physiologiste, qu'il n'en est point ainsi ; en effet, on peut chanter la bouche étant fermée, sans que la voix soit nasonnée. Si, maintenant, de ce degré de tension extrême du voile du palais on passe au plus grand relâchement des parois du tuyau vocal, et cela en produisant les sons les plus graves, le voile du palais, la luette, le pharynx, affectent d'autres formes qui sont très-dignes de fixer l'attention : le larynx, qui s'était rapproché de la base de la langue, redescend, le voile du palais et la luette s'alongent et s'abaissent perpendiculairement sur la face dorsale de la langue, celle-ci se trouve en contact avec la pointe de la luette : le pharynx, qui s'était rétréci par la contraction de ses muscles, au point de n'avoir plus que quelques lignes de hauteur dans sa portion buccale, acquiert tout à coup une ampleur très-considérable, l'épiglotte devient plane en s'adossant à la base de la langue ; le voile du palais, déjeté en avant, fait que le son s'écoule en très-grande partie par les fosses nasales. Il nous paraît clair, d'après ce que nous venons de dire, que le resserrement et la dilatation du tuyau vocal ont la plus grande influence sur les sons, puisqu'ils donnent les mêmes résultats que les instrumens, dont on change la forme, l'épaisseur et la longueur des tuyaux.

3o. Si, en chantant, on compare les mouvemens du larynx avec ceux du voile du palais, de la luette et des piliers postérieurs, on ne tarde pas à se convaincre qu'il existe entre ces organes une simultanéité d'action extrêmement exacte. Si l'on fait parcourir à la voix

plusieurs tons, les piliers postérieurs se rapprochent ou s'éloignent par degrés, la luette s'abaisse ou se relève d'une manière admirable, le larynx exécute absolument les mêmes mouvemens que celle-ci, de telle sorte que, si elle monte d'une ligne, par exemple, le larynx monte d'autant, par cela même que les muscles du pharynx se contractent. Mais en même temps que ceux-ci agissent pour élever le larynx, les lames du thyroïde sont rapprochées, et partant la glotte est rétrécie : on en a la preuve en comprimant le larynx sur ses côtés, par le changement de ton, qui devient plus aigu. Concluons de ces faits, que le tuyau musical de l'homme est éminemment propre à donner les meilleurs résultats dans les diverses modulations de la voix, et que son mécanisme est intimement lié à celui du larynx.

I.

Le gonflement de la membrane laryngienne, son inflammation, l'existence de fausses membranes et d'ulcérations dans le larynx, produisent l'altération de la voix.

II.

Le gonflement des amygdales, les ulcérations du pharynx et du voile du palais, empêchent la netteté de la voix.

III.

Un polype dans les fosses nasales, une division ou une perforation de la voûte palatine donnent à la voix au timbre nasillard.

IV.

Le relâchement morbide de la luette cause de la gêne et de la difficulté dans le chant.

V.

L'emploi des toniques convient dans le prolongement morbide de la luette.

VI.

Le timbre désagréable de la voix produit par des ulcérations du pharynx, du voile du palais et de la luette, peut être rétabli par l'emploi de l'alun ou du nitrate d'argent.

VII.

L'excision des amygdales peut apporter des modifications dans le chant.

FIN.